

**РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
МИНИСТЕРСТВО ЗА
ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА**

**ГОДИШЕН ИЗВЕШТАЈ
ЗА НАУЧНОИСТРАЖУВАЧКИ ПРОЕКТ
Образец ОБ-2**

ШИФРА НА ПРОЕКТОТ: број: 14-3156/1

НАСЛОВ НА ПРОЕКТОТ: Кооперативно истражување на дводимензионален модел на интеракција почва-објект со P-SV рамнински бран

ГЛАВЕН ИСТРАЖУВАЧ: д-р Владо Гичев

ИНСТИТУЦИЈА: Факултет за информатика Унив. "Гоце Делчев" Штип

ТРАЕЊЕ НА ПРОЕКТОТ:

од: 01.07.2007

до: 30.06.2009

БРОЈ НА ДОГОВОР: 14-3156/1

од: 17.12.2007

ИЗВЕШТАЈНА ГОДИНА: 2008

ДАТУМ НА ПОДНЕСУВАЊЕ НА ИЗВЕШТАЈОТ* : 19.12.2008

* Овој извештај се пополнува во 3 копии и се доставува до Министерството за образование и наука

1. УЧЕСНИЦИ ВО РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПРОЕКТОТ ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА

(Име и презиме, научно/наставно-научно звање, матична институција)

а) Главни истражувачи:

1. доц. д-р Владо Гичев, Факулт. за информ.

Унив. “Гоце Делчев“ Штип

2. проф. д-р Xiaoming Yuan, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

б) Соработници – истражувачи:

3. асс. м-р Сашко Јованов, Факултет за рударство, геологија и политехника, Унив. “Гоце Делчев“ Штип

4. д-р Rui Sun, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

8. _____

9. _____

10. _____

в) Соработници – млади истражувачи

5. асс. м-р Васко Кокаланов, Факултет за информатика

Унив. “Гоце Делчев“ Штип

6. асс. м-р Николинка Донева, Факултет за рударство, геол. и политехника, Унив. “Гоце Делчев“ Штип

7. MSc Zhenzhong Zhao, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

8. MSc Jin Xu, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ-ПРОЕКТОТ И НИВНО ВРЕМЕНСКО ТЕРМИНИРАЊЕ:

Главна цел на предложеното истражување е да се разберат феномените поврзани со интеракцијата меѓу почвата, темелот и објектот и врз основа на овие сознанија да се предочат подобрувања на постоечките стандарди за градење на објекти отпорни на потреси кои доаѓаат од почвата (земјотреси и подземни експлозии). Следните феномени поврзани со интеракцијата меѓу Следните феномени поврзани со интеракцијата меѓу почвата, темелот и објектот се цели на ова истражување:

1. Изработка и тестирање на пресметковен модел кој ќе го третира простирањето на бранови во трите медиуми: почва, темел и структура, 15.01 -15.05.2008
2. За почвата како бескраен медиум да се изведат и тестираат вештачки граници кои ќе го симулираат простирањето на излезниот бран кон бесконечност, 01.06-31.12.2008
3. Фуријеви амплитуди (зависност на амплитуди од фреквенции) на движењето на темелот, 15.01-31.03.2009
4. Распределба на енергија во линеарен систем почва-темел-објект, 15.04 -30.09.2009
5. Трансфер на енергија во темелот и објектот, 15.04 -30.09.2009
6. Растурање на енергија при судир на влезната побуда со темелот, 15.04 -30.09.2009
7. Напони, поместувања и ротации, 15.10-31.12.2009
8. Пригушување на осцилациите поради радијација на енергија, 15.01.-28.02.2010
9. Модел со нелинеарна почва. Распределба на енергија и напони. 01.03-30.06.2010

3. ОЧЕКУВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ-ПРОЕКТОТ И НИВНО ВРЕМЕНСКО ТЕРМИНИРАЊЕ

Очекуваме дека поместувањата на флексибилниот темел освен трансляции, ќе иницираат ротации во рамнината на пропагирање на бранот. Исто така, поради конечната брзина на ширење (пропагирање) на бранот, на контактот темел-објект ќе се јават и диференцијални поместувања, 15.01-31.03.2009.

Последица на ова очекување е дека објектот ќе апсорбира помалку енергија кога темелот е крут и покрут темел (поголема брзина на П брановите) ќе растура повеќе енергија назад во почвата. 15.04-30.09.2009.

Радијацијата (ослободувањето) на енергија од објектот зависи од односот на импеданците меѓу трите медиума. Колку импеданците се поблиски, толку побрзо енергијата ќе се ослободува од објектот. 15.04-30.09.2009.

Како нелинеарната почва станува помека (помала брзина на П брановите), поголема количина на влезна енергија ќе се потроши за извршување на хистерезисна работа во развој на стална деформација во почвата, така да ние очекуваме дека енергијата која ќе влезе во објектот во овој случај ќе биде помала. 01.03-30.06.2010.

4. ОСВРТ НА РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО ПОГЛЕД НА ПОСТИГНУВАЊЕТО НА ТЕРМИНИРАНИТЕ И ДЕФИНИРАНИТЕ ЦЕЛИ И ОЧЕКУВАНИТЕ РЕЗУЛТАТИ СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ-ПРОЕКТОТ*:

Досега работевме на изработка и тестирање на нашиот пресметковен модел. При тоа како посебна потешкотија се појави точноста и стабилноста на вештачките граници на моделот кои треба да симулираат пропагирање на бранот надвор од моделот, кон бесконечност. Во меѓувреме го комплетиравме нашиот тим со асистентот м-р Васко Кокаланов, кој во консултации со главниот истражувач својот магистерски труд во Бохум, Германија го работеше на тема вештачки (транспарентни) граници за симулација на пропагирање на P-SV бранови. Проблемот на точност и стабилност на вештачки граници не е нов и многу истражувачи работат на него. Конечно добивме задоволителни резултати кои ќе ги имплементираме во нашиот P-SV модел.

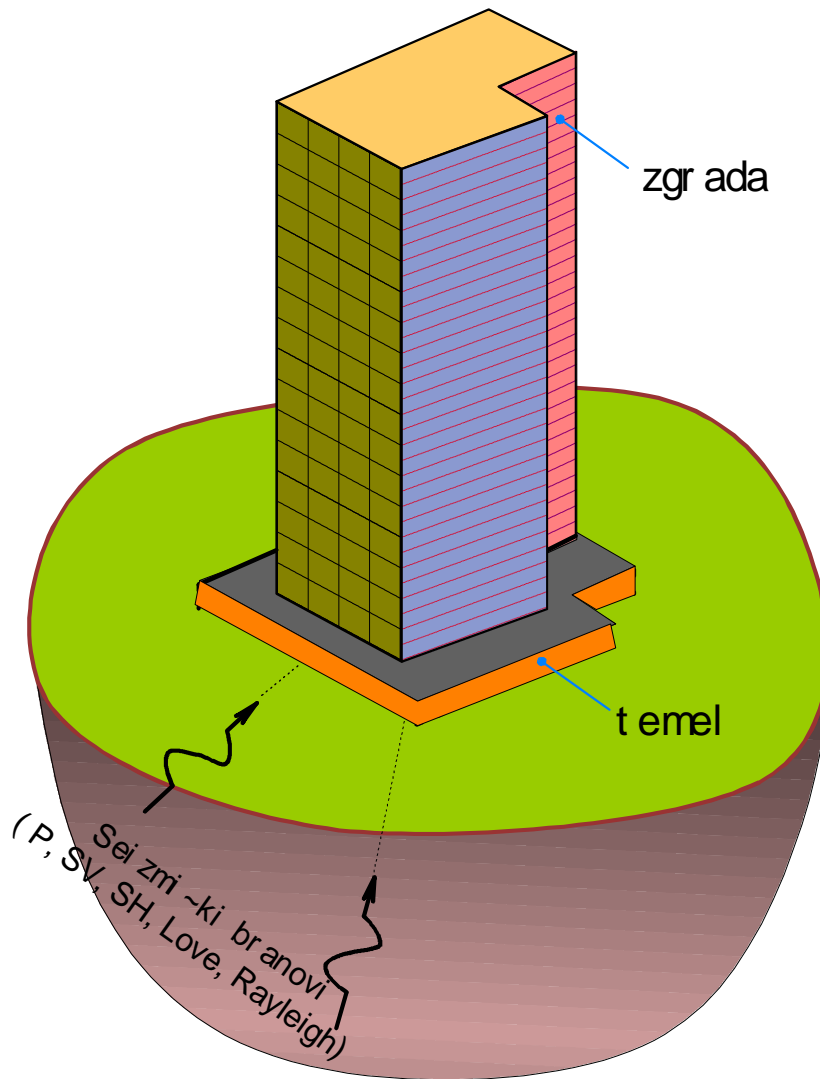
Во септември 2008 година се одржа светската конференција за Земјотресно инженерство во Пекинг, Н.Р. Кина на која планиравме да учествуваме со свој труд, но на време не добивме финансиски средства, заради што и ја откажавме нашата работна посета на Институтот за инженерска механика во Харбин – наш партнер во овој проект. Сепак се договоривме да го продолжиме проектот со тоа што и тие и ние бараме од нашите ресорни Министерствоа продолжување на рокот на завршување на проектот за една година.

5. ДЕТАЛЕН ИЗВЕШТАЈ ЗА НАУЧНО-ИСТРАЖУВАЧКИОТ ПРОЕКТ ЗА ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА:

Според договорот, проектот треба да се финансира од 01.07.2007 до 30.06.2009 година со 600,000 денари. Известувањето дека проектот ќе биде финансиран од МОН пристигна во средината на декември 2007 година, така да активностите околу проектот започнаа во почетокот на 2008 година. На овој начин изгубивме половина година од планираното време, а поради комплексноста и оригиналноста на проектот (досега не сме сретнале публикација од овој вид), во договор со кинеските партнери поднесовме барања до нашите Министерствоа да ни го пролонгираат рокот за завршување на проектот на уште една година (до 30.06.2010 год.).

Проблемот на интеракцијата почва-објект е широко истражуван од многу автори. Поради комплексноста на проблемот (сл.1) и скапото компјутерско време, авторите проблемот го изучуваат на дводимензионални модели (P-SV и SH), претпоставувајќи бескрајно долг објект, така да одговорот на моделот на сеизмички побуди не зависи од должината.

* По потреба употребете дополнителни листови за сите точки од годишниот извештај



sl .1. Sistemska interakcija po~va - objekt

Со кинеските партнери се договоривме да анализираме шестоспратна зграда од две причини:

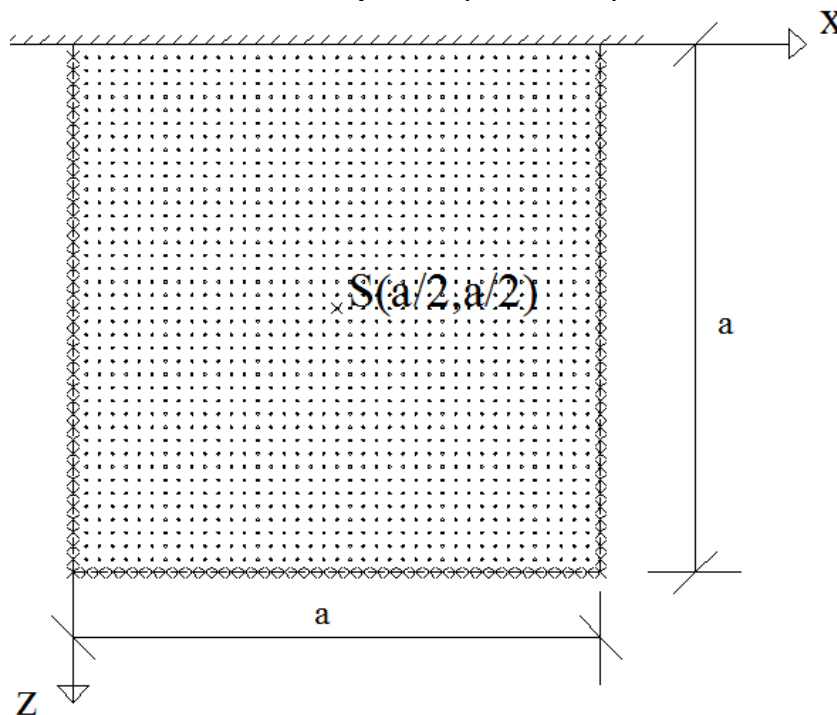
1. Вакви и слични згради се најзастапени и најчесто се градат како во Македонија така и во светот.
2. Според извештаите од земјотресите кои во последно време се случија во светот (Northridge, Kobe, Izmit и др.) згради со ваква висина се многу осетливи на јаките земјотреси.

Бидејќи почвата е бесконечен модел, како прва фаза од проектот беше предвидено да се направи нумерички модел за почвен исечок. Тој почвен исечок треба да ги симулира истите услови во почвата кога таа би се разгледувала во целина. За формирање на тој почвен исечок се користени вештачки граници т.н. „Artificial boundary conditions”. Направени се повеќе модели за да се испита ефикасноста и стабилноста

на овие граници. За споредба е направен и модел кој е ограничен со граници кои не дозволуваат бранот да пројде низ нив, односно предизвикуваат рефлексija.

Нумеричката апроксимација е претставена со шема од конечни разлики. Одлучено е да се користи овој нумерички метод од причини што Методот на конечни разлики е поадекватен за пресметување експлицитни шеми, каде решението се добива користејќи резултати од претходните чекори и равенките се независни. Со тоа се намалува комплексноста на нумеричкиот модел.

Секој од моделите каде се применети вештачките граници е грубо поделен на три дела. Едниот дел се однесува на внатрешноста односно полето на пропагација на бранот, вториот дел се вештачките граници и третиот дел е слободната површина (види сл.2)



Слика 2. Нумерички модел на почвен исечок

За симулација на движењето на P-SV-брановите е користен следниот систем равенки како математички модел:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= (\lambda + 2\mu) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} \right) \\ \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= (\lambda + 2\mu) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} \right) \end{aligned}$$

каде хоризонталните и вертикалните поместувања се претставени со u и w соодветно. Почвените карактеристики се вклучени во системот равенки со густината ρ и со Ламе параметрите μ и λ . Овие параметри се директно поврзани со брзината на простирање на P и SV брановите преку следните формули:

$$v_p = \sqrt{\frac{(\lambda + 2\mu)}{\rho}}; \quad v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

За нумеричка апроксимација на брановите движења во внатрешноста на моделот е користена нумеричката шема на Kelly²:

$$u(m, n, i+1) = 2*u(m, n, i) - u(m, n, i-1) + \\ + F^2[u(m+1, n, i) - 2*u(m, n, i) + u(m-1, n, i)] + \\ + F^2(1-\gamma^2)[w(m+1, n+1, i) - w(m+1, n-1, i) - w(m-1, n+1, i) + w(m-1, n-1, i)] + \\ + F^2 \gamma^2[u(m, n+1, i) - 2*u(m, n, i) + u(m, n-1, i)]$$

$$w(m, n, i+1) = 2*w(m, n, i) - w(m, n, i-1) + \\ + F^2[w(m, n+1, i) - 2*w(m, n, i) + w(m, n-1, i)] + \\ + F^2(1-\gamma^2)[u(m+1, n+1, i) - u(m+1, n-1, i) - u(m-1, n+1, i) + u(m-1, n-1, i)] + \\ + F^2 \gamma^2[w(m+1, n, i) - 2*w(m, n, i) + w(m-1, n, i)]$$

каде $x=mh$, $z=nh$ и $t=i\Delta t$. Δt го претставува временскиот чекор, а h е растојанието помеѓу точките во мрежата во двата x - и z - правец. Параметарот F е пресметан на следниот начин:

$$F = \frac{v_p \cdot \Delta t}{h}$$

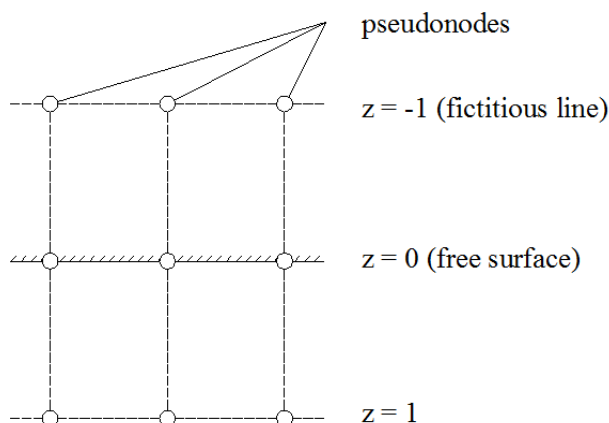
и преку него се регулира нумеричката стабилност на внатрешноста.

Горната граница на моделот треба да ја презентира слободната површина. Тоа е граница каде не постојат напрегања, односно нивната вредност е еднаква на нула. Математички таа граница е претставена со следниот систем равенки:

$$(\alpha^2 - 2\beta^2) \frac{\partial u}{\partial x} + \alpha^2 \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} = 0$$

За да се креира нумерички модел за оваа граница, потребно беше да се внесе дополнителен фиктивен ред на точки. На слика 3 тој ред на точки се означени како псеудоточки.



Слика 3. Нумерички модел за слободната површина

Нумеричкиот шаблон за пресметка на поместувањата на слободната површина изгледа вака:

$$\begin{aligned} u(x, -1, t) &= u(x, 0, t) + 0,5[w(x+1, 0, t) - w(x-1, 0, t)] \\ w(x, -1, t) &= w(x, 0, t) + 0,5(1-\gamma^2)[u(x+1, 0, t) - u(x-1, 0, t)] \end{aligned}$$

напомена: Овој систем равенки изгледа вака само доколку растојанието помеѓу точките е исто во двата x- и z- правци.

За комплетирање на моделот, односно да се ограничи од останатите три страни се користени границите презентирани од Engquist и Clayton¹. Авторите ја користат брановата равенка во следниот облик:

$$\underline{u}_{tt} = D_1 \underline{u}_{xx} + H \underline{u}_{xz} + D_2 \underline{u}_{zz}$$

каде:

$$\underline{u} = \begin{bmatrix} u \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{vertical displacement} \\ \text{horizontal displacement} \end{bmatrix}$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} \alpha^2 & 0 \\ 0 & \beta^2 \end{bmatrix} \quad H = (\alpha^2 + \beta^2) \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad D_2 = \begin{bmatrix} \beta^2 & 0 \\ 0 & \alpha^2 \end{bmatrix}$$

и α и β се брзините на P- и SV-брановите. За да ги формираат границите, тие користат параксијална апроксимација од следниот пблик:

$$\begin{aligned} A1: u_z + B_1 u_t &= 0; \\ A2: u_{tz} + C_1 u_{tt} + C_2 u_{tx} + C_3 u_{tx} &= 0 \end{aligned}$$

Новите матрици кои се појавуваат во оваа равенка се:

$$B_1 = C_1 = \begin{bmatrix} 1/\beta & 0 \\ 0 & 1/\alpha \end{bmatrix} \quad C_2 = (\beta - \alpha) \begin{bmatrix} 0 & 1/\beta \\ 1/\alpha & 0 \end{bmatrix} \quad C_3 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \beta - 2\alpha & 0 \\ 0 & \alpha - 2\beta \end{bmatrix}$$

Исто така авторите даваат и нумерички шаблон за нивните граници

Долна граница ($n = a$)

$$\begin{aligned} D_-^x D_0^t \underline{u}(m, a, i) &+ \frac{1}{2} C_1' D_+^t D_-^t (\underline{u}(m, A, i) + \underline{u}(m, a-1, i)) + \\ &+ \frac{1}{2} C_2' D_+^t D_0^x (\underline{u}(m, a, i-1) + \underline{u}(m, a-1, i)) + \\ &+ \frac{1}{2} C_3' D_+^x D_-^x (\underline{u}(m, a, i-1) + \underline{u}(m, a-1, i+1)) = 0 \end{aligned}$$

кој потоа е коригиран од Fuyuki и Matsumoto³ за вертикалните граници:

Лева граница ($m = 0$)

$$\begin{aligned} D_+^x D_0^t \underline{u}(0, n, i) &- \frac{1}{2} C_1' D_+^t D_-^t (\underline{u}(0, n, i) + \underline{u}(1, n, i)) + \\ &+ \frac{1}{2} C_2' D_+^t D_0^x (\underline{u}(0, n, i-1) + \underline{u}(1, n, i)) - \\ &- \frac{1}{2} C_3' D_+^x D_-^x (\underline{u}(0, n, i-1) + \underline{u}(1, n, i+1)) = 0 \end{aligned}$$

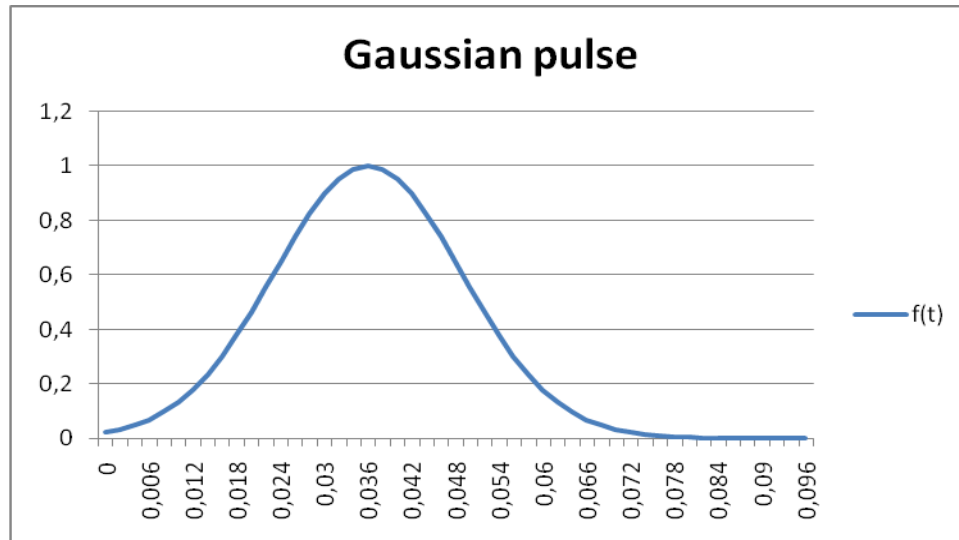
Десна граница ($m = a$)

$$\begin{aligned} D_-^x D_0^t \underline{u}(a, n, i) &+ \frac{1}{2} C_1' D_+^t D_-^t (\underline{u}(a, n, i) + \underline{u}(a-1, n, i)) + \\ &+ \frac{1}{2} C_2' D_+^t D_0^x (\underline{u}(a, n, i-1) + \underline{u}(a-1, n, i)) + \\ &+ \frac{1}{2} C_3' D_+^x D_-^x (\underline{u}(a, n, i-1) + \underline{u}(a-1, n, i+1)) = 0 \end{aligned}$$

За иницијализација на брановите е користен експлозивен извор од Гаусов тип (сл.4.):

$$f(t) = e^{-\alpha(t-t_0)^2}$$

каде $\alpha = 3000$ (параметар кој ја контролира должината на брановата побуда) и $t_0 = 0.036$ (време кога се формира максималната амплитуда на бранот). Важно е да се напомене дека кога се формира извор од експлозивен тип, побудата треба да биде иста во двата прваца $f_x(t) = f_z(t)$.



Слика 4. Иницијална побуда- Гаусов пулс

Со помош на овие нумерички модели се формирани 4 модела. Првите три се формирани со вештачки граници и слободна површина, додека четвртиот, Модел 4, е ограничен со рефлектирачки граници од сите страни. Првите три модела содржат различни почвени карактеристики и претставуваат три различни типа на почви:

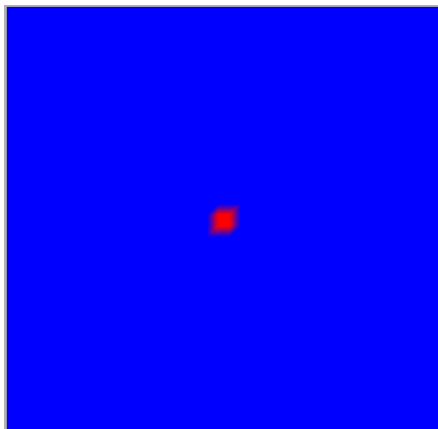
Модел 1 - кал ($v_s = 250 \text{ m/s}$; $v_p = 250\sqrt{3} \text{ m/s}$);

Модел 2 – глина ($v_s = 400 \text{ m/s}$; $v_p = 400\sqrt{3} \text{ m/s}$) и

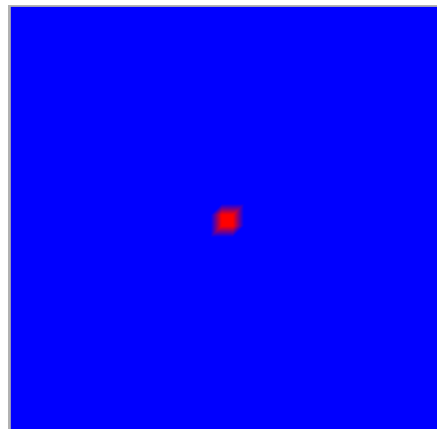
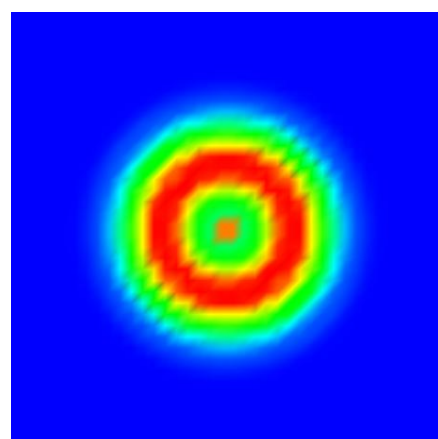
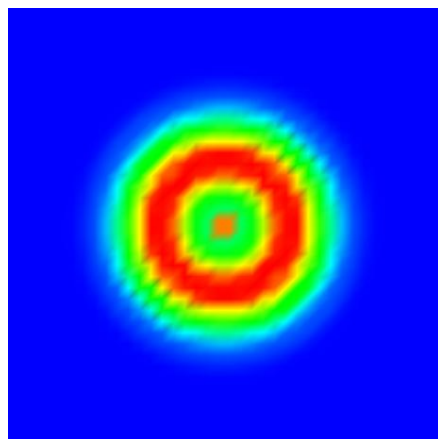
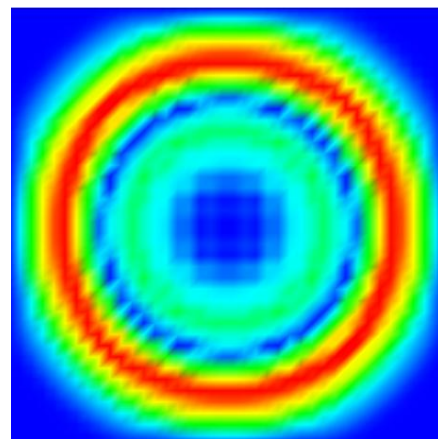
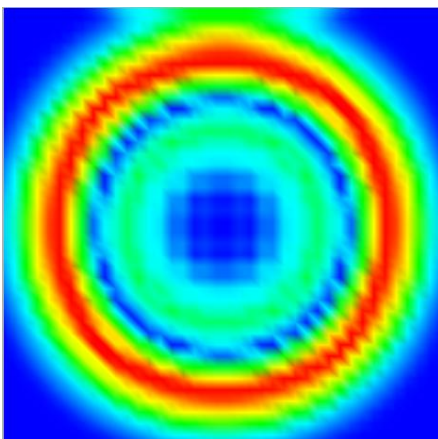
Модел 3 – карпа ($v_s = 2500 \text{ m/s}$; $v_p = 2500\sqrt{3} \text{ m/s}$)

На наредните неколку слики е даден графички приказ на резултатите, т.е. поместувањата во различни временски чекори за првите 2 модела.

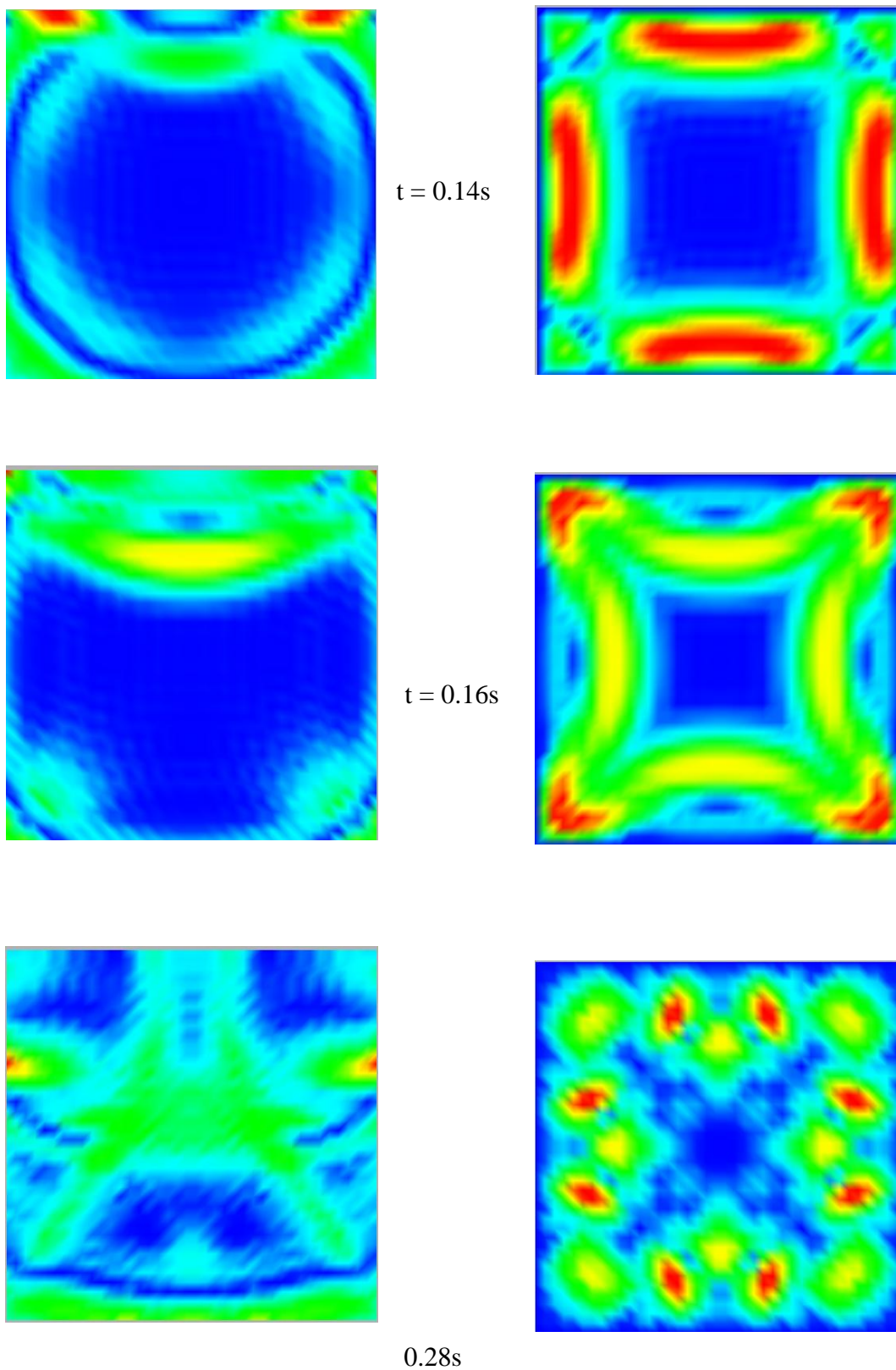
Модел 1



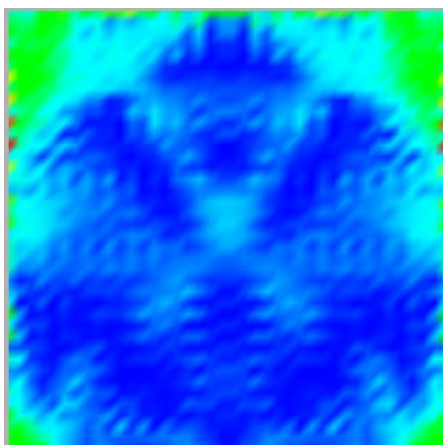
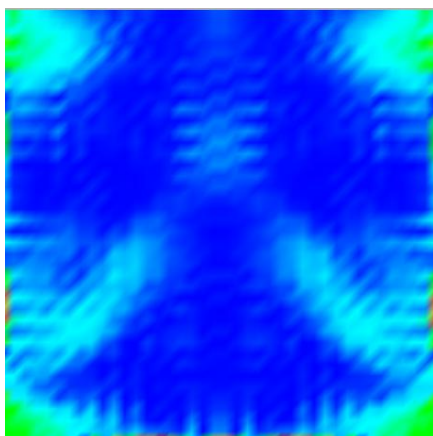
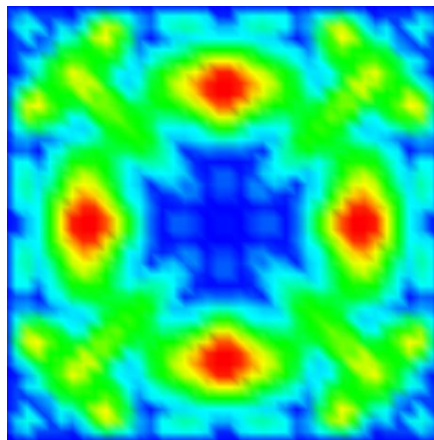
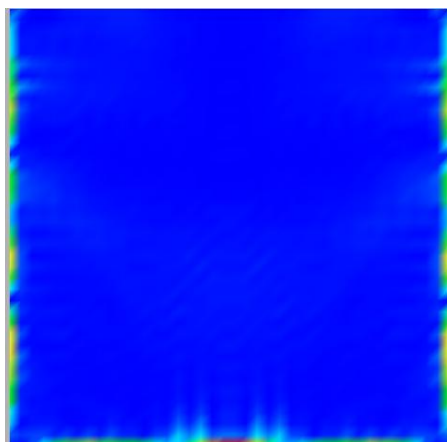
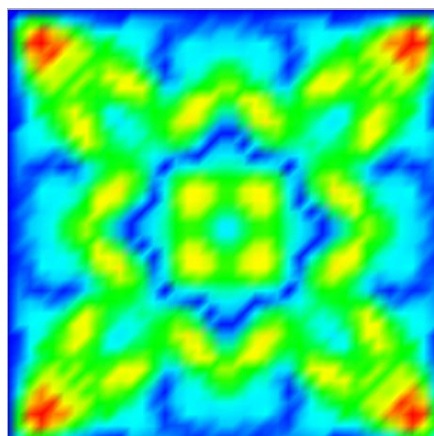
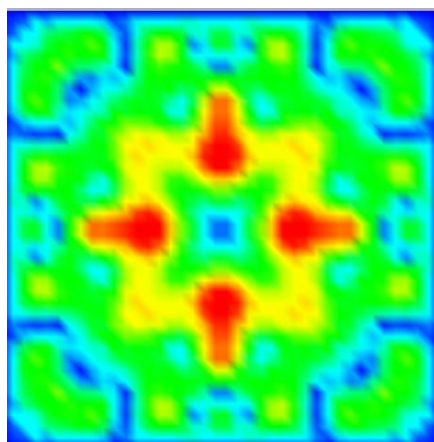
Модел 4

 $t = 0.004s$  $t = 0.06s$  $t = 0.1s$

Слика 5. Радијални поместувања за Модел 1 и Модел 4 во време $t=0.004s$; $t=0.006s$ and $t=0.1s$



Слика 6. Радијани поместувања за Модел 1 и Модел 4 за време $t=0.14s$; $t=0.16s$ и $t=0.28s$

 $t = 0.52s$  $t = 0.56s$  $t = 0.6s$ 

Слика 7. Радијани поместувања за Модел 1 и Модел 4 за време $t=0.52s$; $t=0.56s$ и $t=0.60s$

Библиографија

- [1] R. Clayton and B. Engquist, *Absorbing Boundary Conditions for Acoustic and Elastic Waves*, BSSA Vol.67, No.6, (1977), pp 1529-1549;
- [2] K. R. Kelly, R. W. Ward, S. Treitel and M. Alford, *Synthetic Seismogram: a finite difference approach*, Geophysics 41, pp 2-27;
- [3] M. Fuyuki and Y. Matsumoto, *Finite Difference Analysis of Rayleigh Wave Scattering at a Trench*, BSSA 70, (1980), pp 2051-2069;
- [4] Z. Alterman and F. C. Karal Jr., *Propagation of elastic waves in layered media by finite difference methods*, BSSA 58, (1968), pp 367-398;
- [5] J. Lysmer and R. L. Kuhlenmeyer, *Finite Dynamic Model for Infinite Media*, J. Eng. Mech. Div., (1969), pp 859-877;
- [6] T. M. Hagstrom, *On the Convergence of Local Approximations of Pseudodifferential Operators with Applications*, NASA Technical Memorandum No. 106792, ICOMP-94-29, Lewis Research Center, November (1994);
- [7] R. L. Higdon, *Absorbing Boundary Conditions for Different Approximations to the Multidimensional Wave Equation*, Math. Comp. 47, (1986), pp 437-459;
- [8] A. Bayliss and E. Turkel, *Radiation Boundary Conditions for Wave-Like Equations*, Commun. Pure Appl. Math. 33, (1980), pp 707-725;
- [9] A. Bayliss and E. Turkel, *Far-Field Boundary Conditions for Compressible Flow*, J. Comp. Phys. 48, (1982), pp 182-199;
- [10] D. Givoli and J. B. Keller, *Non-Reflecting Boundary Conditions for Elastic Waves*, Wave Motion 12, (1990), pp 261-279;
- [11] D. Givoli and I. Patlashenko, *Optimal Local Non-Reflecting Boundary Conditions*, J. Appl. Num. Math. 27, (1998), pp 367-384;
- [12] D. Givoli, *High-Order Nonreflecting Boundary Conditions without High-Order Derivatives*, J. Comp. Phys. 170, (2001), pp 849-870;
- [13] S. Lee and L. F. Kallivokas, *Local Absorbing Boundaries of Elliptical Shape for Scalar Wave Propagation in a Half-Plane*, Fin. Elem. in Anal. and Design, (2004), pp 2063-2084;
- [15] F. C. Karal and J. B. Keller, *Elastic wave propagation in homogeneous and inhomogeneous media*, J. Acoust. Soc. Am. 31, (1959), pp 694-705;
- [16] J. Viñeux, *P-SV wave propagation in heterogeneous media: Velocity-stress finite-difference method*, Geophysics 51, (1986), pp 889-901;

- [17] F. S. Grant and F. G. West, *Interpretation theory in applied geophysics*, McGraw-Hill Book Co., Inc., (1965);
- [18] M. Ottaviani, *Elastic Wave Propagation in two evenly-welded quarter-spaces*, BSSA 61, (1971), pp 1119-1152;
- [19] V. Gicev, *Investigation of Foundation-Structure Interaction for Incident Plane SH Waves*, PhD Dissertation at Univ. of South. California, (2005);
- [20] Z. S. Alterman and D. Lowenthal, *Seismic Waves in Quarter and Three Quarter Plane*, Geophysics, J. Roy. Astr. Soc. 20, (1970), pp 101-126;
- [21] Z. S. Alterman and A. Rotenberg, *Seismic Waves in Quarter Plane*, BSSA 59, (1969), pp 347-368;
- [22] D. M. Boore, *Finite Difference Solution to the Equations of Elastic Wave Propagation with Applications to Love Waves Over Dipping Interfaces*, Ph. D. Thesis, M. I. T., (1970);
- [23] R. M. Alford, K. R. Kelly and D. M. Boore, *Accuracy of Finite-Difference Modeling by Finite-Difference Methods*, Geophysics 39, (1974), pp 834-842;

6. МЕЃУНАРОДНА СОРАБОТКА ОСТВАРЕНА ПРИ РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПРОЕКТОТ ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА:

Во извештајната година требаше да оствариме меѓусебни посети со нашите партнери од Кина како што беше утврдено со договорот, четири истражувачи од нашиот тим да ја посетат Кина и да престојуваат 15 дена, а потоа обратно, да бидат домаќини на четири нивни истражувачи за 15 дена.

Поради нередовно финансирање на проектот не можевме да ги оствариме овие планови. Овие меѓусебни посети ги одложивме за почетокот на 2009 година, при што планираме од неодамна добиените средства од МОН да направиме работна посета на Институтот за инженерска механика во Харбин. При оваа посета планираме да ги поделиме работните обврски и да се договориме како успешно ќе го завршиме овој оригинален проект.

Од 30 август до 3 септември на покана од Бугарската академија на науките и Универзитетот Weimar од Германија, главниот истражувач од македонскиот тим учествуваше на NATO advanced research workshop во Боровец, Р. Бугарија. Од 17 до 20 септември 2007 година, главниот истражувач од македонскиот тим беше поканет од USGS како еден од врвните 20 истражувачи во светот од областа на земјотресното инженерство на првиот workshop за сеизмички ротации кој се одржа во Menlo Park и во Stanford, California. Истовремено од 20 септември 2007 до 20 септември 2008 година, главниот истражувач беше visiting scholar на Универзитетот на Јужна Калифорнија (USC) во Лос Анџелес.

Од 24 до 27 септември 2008 год. во Штип престојуваше главниот истражувач од турската страна d-r. Abdul Hayir и заедно беа направени истражувачките планови за следната година.

7. ОБЈАВЕНИ РЕЗУЛТАТИ КОИ ПРОИЗЛЕГУВААТ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО:

а) Оригинални научни трудови објавени во списанија во:

земјата:

странство: 3

Gicev, V. and Trifunac, M.D. Energy and Power of nonlinear waves in a seven story reinforced concrete building, *Journal of Indian Society of Earthquake Technology*, **44** (1), 2007, 307-325.

V. Gicev and M.D. Trifunac. Rotations in a shear beam model of a seven-story building caused by nonlinear waves during earthquake excitation, *Structural Control and Health Monitoring*, in press, published Online: Jul 8 2008, DOI: 10.1002/stc.264

Kokalanov, V. Numerical simulation for absorbing boundary conditions, Master Thesis, Ruhr University, Bochum, Germany

б) Монографски публикации во:

земјата: _____

странство: _____

в) Трудови презентирани на научни собири во:

земјата:

странство: 1

Gicev, V. and Trifunac, M.D. Rotations in a Seven Story Reinforced Concrete Hotel accompanying Nonlinear Waves During Earthquake Excitation, invited paper on the 1st Workshop of Rotational Seismology, Menlo Park, CA, 17-20 Sep. 2007

8. МАГИСТЕРСКИ, ДОКТОРСКИ СТУДИИ, СПЕЦИЈАЛИЗАЦИИ, УСОВРШУВАЊА, СТУДИСКИ ПРЕСТОИ И КОРИСТЕЊЕ НА ЕКСПЕРТИ ВО ТЕКОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА:

- Младиот истражувач м-р Васко Кокаланов член на македонскиот истражувачки тим го одбрани магистерскиот труд во Бохум, Германија
- Главниот истражувач е во постојан контакт со Проф. Д-р Михаило Трифунац, еден од најголемите светски авторитети во областа на земјотресното инженерство, Редовен Професор на USC, Los Angeles, CA и со Проф. Д-р Марија Тодоровска врвен истражувач во областа на земјотресното инженерство по потекло од Македонија, Research Professor на USC, Los Angeles, CA.

9. НАУЧНИ И ТЕХНОЛОШКИ ИНОВАЦИИ И ПАТЕНТИ* :

* Во прилог на точките 7 и 9 да се достави список

10. ИСТРАЖУВАЧКА ОПРЕМА НАБАВЕНА ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА:
(вид, марка, година на производство, намена, цена на чинење)

**11. РЕКАПИТУЛАЦИЈА НА ПОТРОШЕНИТЕ СРЕДСТВА ЗА РЕАЛИЗАЦИЈА
НА ПРОЕКТОТ ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА:**
(по намени и извори на средства)

а) Надомест на истражувачи пензионери

б) Непосредни материјални трошоци:

Потрошена енергија, материјали и сировини

Патувања во земјата
6,600.00

Патувања во странство
218,656.00

Дневници, теренски додатоци и други надоместоци
189,294.00

Ангажирање на експерти
12,950.00

Производни и непроизводни услуги (информатички,
ПТТ и сл.)

Одржување на научноистражувачка опрема

Набавка на научна литература

Други трошоци 22,500.00

ВКУПНО: 450,000.00

в) Извори на средства:

Сопствено учество _____

Учество на други институции _____

Учество на меѓународни институции _____

Учество на Министерството за образование и наука
450,000.00

ВКУПНО: **450,000.00**

12. ПОВАЖНИ ЗАКЛУЧУВАЊА И НАСОКИ ЗА ПОНАТАМОШНИОТ ТЕК НА ИСТРАЖУВАЊАТА КОИ ПРОИЗЛЕГУВААТ ОД ИСТРАЖУВАЧКИТЕ РЕЗУЛТАТИ:

Интеракцијата почва-објект игра важна улога во дизајнирање на сеизмички резистентни конструкции. Таа вклучува повеќе феномени меѓу кои:

- растурање (scattering) на бранови,
- радијационо пригушување,
- присуство на различни фреквенции (системска фреквенција, фреквенција за фиксна основа, хоризонтална – торзиона фреквенција, rocking фреквенција, итн.)
- концентрација на напони итн.

13. ПЛАН, ДИНАМИКА, ОРГАНИЗАЦИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО СЛЕДНАТА ГОДИНА:

Следната, 2009 година, планираме да ја изучиме зависноста на амплитудите на движење на темелот од фреквенциите на побудите. За таа цел, како влезни побуди ќе користиме монохроматски (steady-state) бран како влезна побуда на моделот. При тоа ќе ја менуваме фреквенцијата на ваков монохроматски бран и ќе ги цртаме Fourier-вите амплитуди.

Овој дел планираме да го завршиме до 31 март 2009 година.

Понатаму планираме да ја изучуваме распределбата на енергија во линеарен систем почва-темел-објект. За таа цел побудата ќе биде транзиентна-полусинусоиден пулс. На овој начин ќе изучуваме кој дел од влезната енергија во моделот влегува во темелот и објектот, а кој дел од влезната енергија се растура при судир на влезната побуда со темелот. Овие истражувања планираме да ги завршиме до 30 септември 2009.

Потоа од 15.10 до 31.12.2009 планираме да ги изучуваме напоните, поместувањата и ротациите на темелот и објектот.

Од 15.01 до 28.02.2010 планираме да го истражуваме пригушувањето на осцилациите поради радијација на енергија.

Конечно, од 01.03 до 30.06.2010, планираме да ја истражуваме распределбата на енергијата и напоните во P-SV модел кој вклучува нелинеарна почва. На овој начин, до 30.06.2010 година би го завршиле проектот во целост.

Поради оригиналноста и сложеноста на проектот, планираме на ова истражување асс.м-р. Васко Кокаланов да ја пријави и работи својата докторска дисертација.

Истовремено планираме да направиме по една взаемна посета од по четворица истражувачи, прво македонските истражувачи на Институтот за инженерска механика во Харбин, а потоа четворица кинески истражувачи на универзитот “Гоце Делчев” во Штип.

Од ова истражување треба да произлезе барем еден труд во меѓународен часопис со фактор на влијание.

**14. УЧЕСНИЦИ ВО РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПРОЕКТОТ ВО СЛЕДНАТА
ИСТРАЖУВАЧКА ГОДИНА:**

(име и презиме, научно/наставно-научно звање, матична институција)

а) Главни истражувачи:

1. доц. д-р Владо Гичев, Факулт. за информ.
Унив. “Гоце Делчев“ Штип
2. проф. д-р Xiaoming Yuan, Institute of Engineering Mechanics, Harbin
150080, China

б) Соработници – истражувачи:

3. асс. м-р Сашко Јованов, Факултет за рударство, геологија и
политехника, Унив. “Гоце Делчев“ Штип
4. д-р Rui Sun, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

в) Соработници – млади истражувачи

5. асс. м-р Васко Кокаланов, Факултет за информатика
Унив. “Гоце Делчев“ Штип
6. асс. м-р Николинка Донева, Факултет за рударство, геол. и
политехника, Унив. “Гоце Делчев“ Штип
7. MSc Zhenzhong Zhao, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080,
China
8. MSc Jin Xu, Institute of Engineering Mechanics, Harbin 150080, China

15. ФИНАНСИСКИ ПЛАН НА ПОТРЕБНИТЕ СРЕДСТВА ЗА СЛЕДНАТА ИСТРАЖУВАЧКА ГОДИНА: (по намена и извори на средства)

а) Непосредни материјални трошоци:

Потрошена енергија, материјали и сировини

Патувања во земјата
20,000.00

Патувања во странство
70,000.00

Дневници, теренски додатоци и други надоместоци
52,500.00

Ангажирање на експерти

Производни и непроизводни услуги (информатички, ПТТ и сл.)

Одржување на научноистражувачка опрема

Набавка на научна литература

Други трошоци
7,500.00

ВКУПНО: 150,000.00

б) Извори на средства:

Сопствено учество

Учество на други институции

Учество на меѓународни институции

Учество на Министерството за образование и наука
150,000.00

ВКУПНО: 150,000.00

16. ВЕРИФИКАЦИЈА НА ГОДИШНИОТ ИЗВЕШТАЈ:

-Одлука на научниот/наставно-научниот/стручниот орган за прифаќање на годишниот извештај бр. _____ од _____ година
(во прилог да се достави одлуката)

Потпис на главниот истражувач:

Потпис на одговорното лице на институцијата:

Датум и печат:
